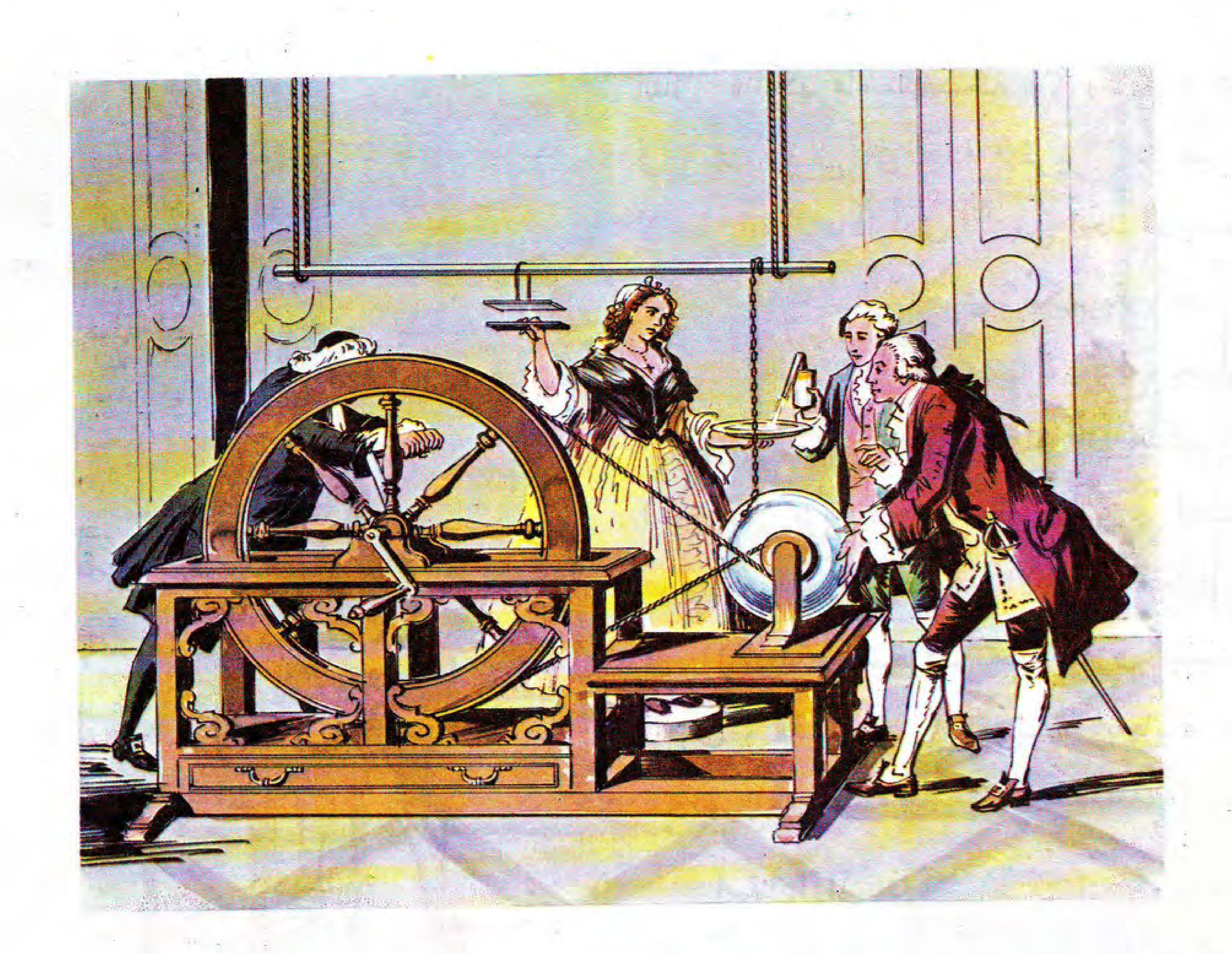

سلسلة من كل علم خبر
الاكتشافات الكبيرة
مِنَ الحِرَفِ اليَدويّة إلى الصّناعَة
١٢
الآلات الالكترونية ،
لُعَب علميّة جميلة
• شارل "فرنكلين"
• من المنطاد الى
البالونات الفضائيّة
منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١
Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette



اختبار من اختبارات الأب الراهب « نُوني » .

الآلات الألكتروستاتية ، لُعَب علميَّة جميلة

سنة ١٧٢٩ ، إكتشف العالم الفيزيائيّ الانكليزيّ « ستيفن غِري » ، أنّ بوسعِ[1] الكَهرباء أنْ تنتقلَ من جسم إلى جسم . وكان العلمُ ، قبلَه ، قد لاحظ وجودَ الكهرباء الستاتيَّة ، التي متى وُجِدت على بعض الأجسام ، ظهرت للعيان إمّا بجَذْب بعضِ الأجسام الأخرى ، وإما بدفعها .

في هذه الفترة من الزمن تقريباً ، إكتشف العالِم الفرنسيّ « شارل فرانسوا دي سِستِرني دي في » ، أنَّ الكهرباء الناتجة عن حكّ الزجاج ليست عين الكهرباء الناتجة عن حكِّ الصَمغ ؛ فعُرِف بنتيجة هذا الاكتشاف نوعانِ من الكهرباء ، دُعِيَ الأوَّلُ « الكهرباءَ الزجاجيّة » ، ودُعِي

« أوتو دي غيريكه » وجهازه الكهربائيّ ، وهو عبارة عن كرة من كبريت كان يدوِّرها بواسطة ذراع مدوِّرة يدويّة ، ويحكّ بها يَده ، فتَجتذب اليها قُصاصاتِ من الورق والريش .



الثاني « الكهرباءَ الصَمغيّة » . وكان « دي في » قد وصل الى هذا التقرير(٢) ، عندما لاحظ أنَّه ، اذا أدنى (٣) من أحد الأجسام المُكَهْرَبة أجساماً أُخرى مُكهْربة أيضاً ، جَذَبَ الجسمُ الأوَّلُ بعضَها ، ودَفَعَ بعضَها الآخر . فاستنتجَ من ذلك أنّ الكهرباء الموجودة على الأجسام المجذوبة ، ليست عينَ الكهرباء الموجودة على الأجسام المُبعَدَة ... في ما بعد ، سيُعرفُ هذا الفرقُ بتَسمية أخرى ، فيقال « كهرباء إيجابيّة » ، « وكهرباء سلبيّة » .

إستناداً الى ذَيْنِكَ الاكتشافَين ، (وقد قال أوَّلُهما بإمكانِ تكهْرُبِ بعضِ الأجسام ، كالزجاج والصَمغ ، عن طريق الحكّ ؛ وقال ثانيهما بإمكان انتقال الكهرباء من جسم الى آخر ،) كان بوسع علماء القرن الثامنَ عشر أنْ يبنوا أُولى الآلات المنتجة للكهربـــاء .

ففي لَندن ، لجأَ « فرنسيس هَوكسبي » ، في إنتاج الكهرباء ، الى كرة زُجاجيّة تدورُ حولَ محورِها العموديّ ، مدفوعةً بذِراع تدويرٍ يَدَويّة . وفي ليبزيغ ، بنى « وِنْكَر » آلة مزوَّدة (٤) بأربع كُرات ، يُدار محورُها



٢

٣ – زجاجة « ليدي » ، أوَّل مجمِّع كهربائيّ (١٧٤٥) ، طوَّره « نوني » وحسَّنه .



قضيب الأيبونيت الذي يكفي ان تحكَّه على قطعة من الصوف ...



... حتّى يتمكّن من أن يجذب اليه قصاصات من الورق الخفيف.

إمّا بدوّاسة ، وإمّا بقوس على طريقة خارط الخشب . وسرعان ما انتشرت هاتان الآلتان في اوربّا ، حيث عَرفتا رَواجاً (٥) كبيراً . ذلك أنّ الاختبارات الكَهربائيّة كانت تحظى بكثير من الاهتمام ، في مختبرات الفيزياء ؛ وكان الباحثون بحاجة إلى أَجهزة (٦) مُناسبة للتجارب والاختبارات . من تلك الاختبارات مثلاً إنارةُ بعض الأنابيب المملوءَة بغازٍ قليل الضغط ؛ أو كَهربةُ شخصٍ قائم على صحن معزول (٧) ؛ أو إشاعةُ هزّاتٍ جَماعيّة في أجسام بعض الأشخاص ، بواسطة زجاجة « ليـدي » الشهـيرة ...

عـام ١٧٦٦ ، صنع الميكانيكـيّ الانكليزيّ « جسِّي رامِسدن » أوّلَ آلة ذاتِ صحن : وهي عبارة عن صحن من زجاج يدور ، فيحتكّ باربع وِسادات من الجلد مطليّة (٨) بالذهب الخالص ، ومتّصلةٍ بالطرف السلبيّ من الجهـاز . أمّا الشُحنةُ الكهربائيّة التي كانت تتولَّد على الصحن ، فكانت تمرّ ، بواسطة أمشاط ، الى مُجَمِّع يتألَّف من اسطوانتَين من النحاس تُشكِّلان قُطبَ الآلة الأيجابيّ .

أَفَلَ نجمُ (٩) هذه الآلات الألكتروستاتيّة زمناً ، وقد كَسَفَتْها تطبيقاتُ الكَهرطيسيّة والكهرَدِيناميّة ؛ الاّ أنّها عادت فعرفت شيْئاً من الرواج ، بفضلِ جهازِ « فان دي غراف » ١٩٣٣ ، الذي استُعمِل في العلاج الطبّي ، لأنتاج الأشعّة المجهولة القاسيَة ؛ كما استُعمل في الفيزياء النوويّة ، للحصول على توتُّرات مباشرة عالية جدّاً . وفي هذا

المجال يُلجأ عادةً الى مُوَلِّدات قويّة جدّاً. أمّا عمل هذه المولِّدات فسهل: فهناك كرة جوفاء من نحاس قائمة على عمودٍ عازل. بواسطة كشاط من المطّاط، تتلقّى هذه الكرة الشُحنات الأيجابيّة التي تُنتجها مولِّدة مساعِدة. وهكذا يمكن الحصول على توتُّر يساوي مليونَين ونصفاً من الفَلطات، بواسطة كرة لا يتعدَّى قُطرُها الأمتارَ الثلاثة. ولو أمكن لجهاز ثانٍ مُماثل أنْ يتلقّى شُحناتٍ إيجابيّةً مُماثلة، لأَمكنَ الوصولُ الى فارق في القوة بين الكُرَتَين، يبلغُ خمسةَ ملايين من الفَلطات.

الأَلِكتروستاتيّة على متناول الكل: الشعر يتكَهْرب تحت لَمَسات الفرشاة ...

التفسير

١ – بُوسع الكهرباء: باستطاعة الكهرباء.

٢ – التقرير: الاثبات. قَرَّر: أثبت.

٣ – أَدنى يُدني الشيءَ: قَرَّبه.

٤ – مُزَوَّدة: مُجهَّزة.

٥ – الرواج: الانتشار.

٦ – أجهزة: معدَّات، آلات.

٧ – صحن معزول: لا يجري فيه تيّار كهربائي.

٨ – مَطْلِيَّة: مغطَّاة بالذهب.

٩ – أَفَلَ النجم: غاب.

الاسئلة

١ – كيف تظهر الكهرباء الستاتيّة؟

٢ – كيف تستطيع أن تختبر ذلك بنفسك؟

٣ – ماذا اكتشف «ستيفن غري»؟

٤ – ماذا اكتشف «دي في»؟

٥ – كيف أنتج «هوكسبي» الكهرباء؟

٦ – أينَ استعمل جهازُ «فان دي غراف»؟



قصر في حماية شاري . يستطيع هوائيّ التلفزيون الموصول بالارض أن يقوم بدور الشاري .

شاري "فرنكلين"

عُرِف « بنيامين فزنكلين » (١٧٠٦ – ١٧٩٠) بأنَّه عالم ، ومفكِّر ، وكاتب أخلاقي ، وطابع ، وناشر ، ومهندس مُدُني ، ومؤَسِّسٌ لأوّل مَرْكز للمطالعة في اميركا ، وللأكاديميّة التي ستغدو جامعة بَنسلفانيا . ولقد قضى تسع سنواتٍ في باريس حيث مثَّل جمهوريّة الولايات المتَّحدة الفتيّة (١) . صحيحٌ أَنّ المستعمراتِ الانكليزيّة ، في أميركا ، قد دانت (٢) له بفضل استقلالها ؛ الاّ أنَّ الشهرة العالَميّة التي حَظِيَ (٣) بها هذا الرجل ، وهو ابنُ صانعٍ بسيطٍ للشموع في مدينة « بوستن » ، تعودُ أوّلاً الى أنَّه قد

أثبتَ أصلَ الصاعقة الكهربائي ، واخترع وسيلة لأتقاء شرِّها .

كان فرنكلين قد روى في كتابه المعروف : « اختبارات وملاحظات » ، والذي طلبَ « بوفون » نقلَه الى الفرنسيّة ، طريقةَ اكتشافِه « القدرةَ المدهشة التي تتمتّع بها الأجسامُ الحادَّةُ المسنَّنة ، في نقلِ اللُعبة الكهربائية الى الأجسام الأُخرى ، وفي سَحبها منها .

بعدما لاحظ فرنكلين عدداً لا بأس به من أَوجُهِ الشَّبَه ، البادية بين الصاعقة والسائب[٤] الكهربائي ، تساءَل عمّا إذا كان البرق الجوّي قابلاً ، هو الآخر ، لأن تَجتذبَه الرؤوسُ المُسنَّنة . وخطر بباله اختبارٌ عرَضَ فكرتَه على الجمعيّة الملكيّة في لَندن . قِوامُ هذا الاختبار ، أَنْ يُنصبَ قضيبٌ من الحديد في أَعلى بُرج ، وأن يُقرَّبَ منه ، في أثناء العاصفة ، قضيبٌ معدِنيّ آخر ... كان فرنكلين يعتقدُ أنّ شرارةً لا بدَّ ان تتولَّد إذ ذاك بينَ القضيبين ، لم يُعِر العُلماءُ الأنكليز هذا الاقتراحَ أُذُناً صاغية ؛ أمّا العالِمُ الفيزيائيُّ الفرنسيّ « داليبار » ، فقد اهتمّ به ، وحقّقه بنجاحٍ مُخيف ، على سطح بيتِه في « مَرلي » !

وفي سبيلِ الوصولِ الى مناطقَ جوّيّةٍ أكثرَ تَعَرُّضاً للصواعقِ والعواصف ، اتَّخذ فرنكلين طيّارة اللَعِب وسيلةً للاختبار ؛ فجعلَها شارياً متجوِّلاً ، وواقيةً مُتَحرِّكة ... ففيما كانت هذهِ الطيّارة المكسُوَّة بالحرير ، تمرُّ بالقُرب من إحدى الغيوم المشحونةِ بالكهرباء ، أدنى[٥] من خيطِ القِنَّب ، الذي كان يُمسِكُ الطيّارة ، مِفتاحاً من حديد . وحدث ما كان يتوقَّعُه[٦] ، فإذا به يُشاهِدُ شرارات كهربائيّة تَتَوَلَّد ، وتزدادُ تواتُراً وقُوَّةً ، مع انفجارِ العاصفة ، وتبلُّلِ خيط القِنَّب الذي كان يقومُ بدور السلكِ الناقل للكهرباء التي كانت تَتولَّدُ على مُستوى الغيوم .

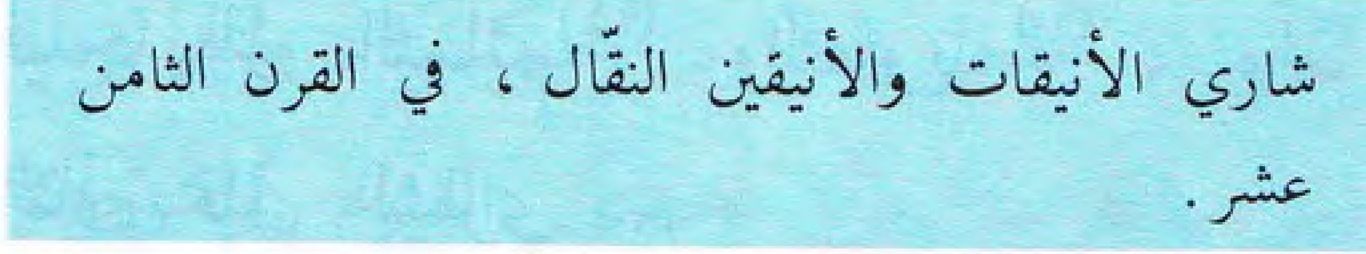
ما كاد فرنكلين يُثبتُ هذه الظاهرةَ بالتجربة والأختبار ، حتى ارتفعتِ القُضبان المعدِنيّةُ الواقية ، فوقَ السطوح . وبلغ الهَوَسُ من البعضِ حدّاً حملَهم على تزويدِ المَطَرِيّات[٧] ، وحتى القبّعاتِ ، بواقيات تصِلُها بالأرض سلاسلُ من فضّة . ممّا حمل الكاتب الألمانيّ الفكِه « لختنبرغ » ، وهو معاصرُ رجُلِنا العظيم ، على القول : « كان بوسعِنا ، عندَ وفاة فرنكلين ، أَنْ نَعصِبَ الشُراةَ[٨] الواقية من الصواعق

بعصائب الحداد . » أمّا « ريفارول » الكاتبُ الفَكِهُ الآخر ، فقد قال : « عندما تُرعِدُ السماء ، أُنظر الى المُوَسْوَس من ناحية ، والى العالِم من ناحية أخرى : أمّا الأوّلُ فيلجأ الى التمائِمِ (٩) والتعاويذ (١٠) ، وأَمّا الثاني فإلى الشاري ... »

لا يزالُ الشاري يقومُ بخدَماتِه القيِّمة ، فيَحمي منازلَنا وأَبنيَتَنا من انفجارات الغيومِ الرهيبة . هذا ، وقد اعتُمِدت ، في أيّامنا ، واقيــاتٌ خاصّة ، هي بمثابة قاطعاتِ تيّــار ، تقي الأجهزة والأسلاكَ الكهربائية ، من التوتُّراتِ الفضائيّة الخَطِرة .

إحدى تجارب فرنكلين التي اعتمد فيها طيّارة اللعب . يُدني العالم من المفتاح المتوسط بين الخيط الحامل للكهرباء وشريط الحرَير الذي يُمسك به إبنه ، زجاجة من زجاجات ليدي ، فتشحن الزجاجة بالكهرباء .





شاري الأنيقات والأنيقين النقّال ، في القرن الثامن عشر .

التفسير

١ – الفتيَّة : الجديدة ، الحديثة العهد .

٢ – دانت له بالفضل : اعترفت له بالفضل .

٣ – حَظي بالشهرة : نالَها .

٤ – السائب الكهربائي : التيّار الكهربائي .

٥ – أدنى الشيء : قرَّبه .

٦ – يتوقَّع الأمر : ينتظرُ حدوثَه .

٧ – المَطريّات : الشَمسيّات الواقية من المطر .

٨ – الشُراة : جمع الشاري وهو القضيب الواقي من الصواعق .

٩ – التمائم : جمع تَميمة : خرزة او شبهها تعلّق في العنق دفعاً للعين .

١٠–التعاويذ : جمع تعويذ : بمعنى التمائم .

الاسئلة

١ – ما هو الشاري ؟

٢ – ما هو أصل « بنيامين فرنكلين » ؟ بم عُرِف ؟

٣ – ما هو أكبر أسباب شهرته العالميّة .

٤ – ماذا اكتشف فرنكلين بشأن الاجسام الحادّة ؟

٥ – أيّة فكرة خطرت له ، بشأن البرق والصاعِقة ؟

٦ – ما الاختبار الذي عرضه على الجمعيّة الملكيّة ؟

٧ – من حقّق هذا الاختبار ؟

٨ – كيف ولّد فرنكلين الشرارة من الغيوم ؟

٩ – صف الاختبار الذي رأيت رسمه في هذا الفصل .

١٠–كيف ظهر هِوسُ ابناء القرن الثامن عشر بشاري فرنكلين ؟

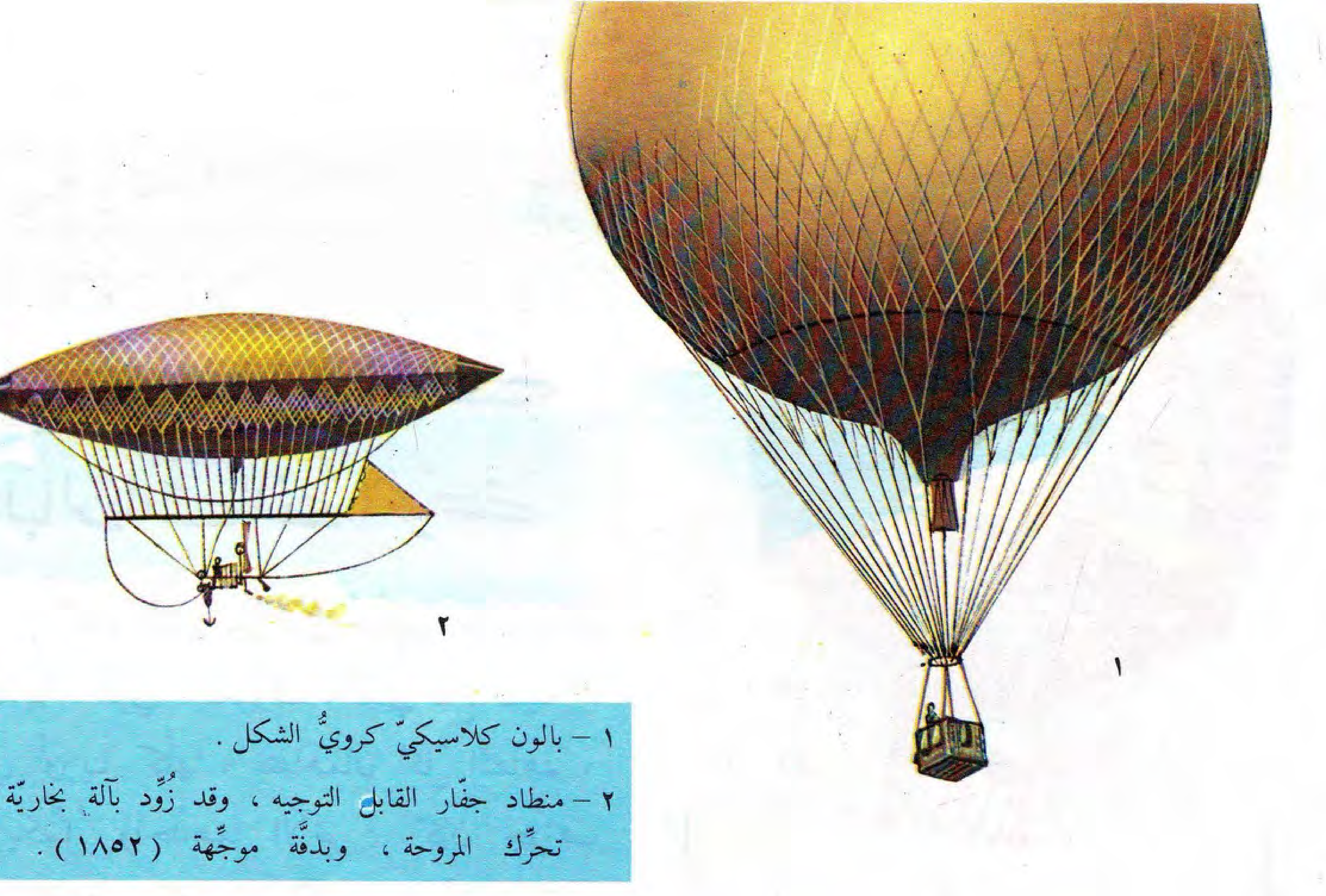


في فرساي ، ١٩ أيلول ١٧٨٣ ، ارتفاع المُنغُلفيارة ، ذلك المنطاد البديع الذي أقلَّ روّاد الفضاء الأوائل في العالم : خروفاً وديكاً وبطّة .

مِنَ المِنطَادِ إلى البَالونَاتِ الفضائيّة

كان ابنا « بيار دي مُنْغُلفِييه » ، ورّاقِ مدينة « أنُّوني » المعروف ، الذي ذاع صيتُه (١) في أوربا كلِّها ، يتفاهَمان كلَّ التفاهم ، ويكمِّلُ واحدُهما الآخر : كان جوزف (١٧٤٠ – ١٨١٠) فيّاضَ المخيِّلة ؛ وكان « إيتيان » ، اخوه الأصغر ، (١٧٤٥ – ١٧٩٩) مهندساً مِعماراً لامعاً ، وعالِماً رياضيّاً مقدَّراً .

وقف جوزف يوماً يتأمَّلُ لوحةً تُمثِّل « حصار جبل طارق » ، الذي استحالت إغاثتهُ (٢) عن طريق البرّ ، كما استحالت عن طريق البحر . وبغتةً ، خطر بباله هذا السؤال : « وماذا ، لو كان بالأمكان ، الانتقالُ على طريقة الغيوم والسحُب ؟ . . . » وأخذت خاطرتُه (٣) تُحاولُ التجسُّدَ (٤) بشكلٍ عمليّ : لا بدَّ من محاولة تقليد هذه السُّحُب في أسفارِها . لا بدَّ من التوصُّلِ الى بناءِ ما يساوي سحابة . . .



١ – بالون كلاسيكيّ كرويُّ الشكل .
٢ – منطاد جفّار القابل التوجيه ، وقد زُوِّد بآلة بخاريّة تحرِّك المروحة ، وبدفَّة موجِّهة (١٨٥٢) .

أوّلُ ما خطر بباله ، في مجال التنفيذ ، أَنْ يلجأ الى بُخار الماء ، طالما أنَّ السحابة مؤلَّفة من بُخار ماء . وانصرف الأَخَوان ، جوزف وإتيان ، الى العمل . فملآ بالبخار كيساً من ورق خفيف ، ولكنّ الكيسَ لم يرتفع الّا لحظةَ تكاثف[٥] فيها البخار ، فأَثقله . أَيلجآن الى الدُخان المتصاعِد من احتراق الحطَب ؟ ولكنّه سرعانَ ما يَبرُد أمّا الهيدروجين ، فإنَّه يتسرَّب[٦] من خلال الورق ، ويضيع في الهواء .

وهكذا نقلت التجربةُ الأخوَين ، من اختبار الى اختبار ، حتّى خطر ببالهما أنْ يُحرقا القَشَّ الرطبَ والصوف . وإذا بالنجاح يتحقّق : فما احترقَ هذان الجسمان ، تحت غلاف من الورق ، حتى ارتفع الغلاف بسرعة ! إعتقدَ الأَخَوان مُنغُلْفييه أنَّهما قد اكتشفا غازاً جديداً ذا خصائصَ[٧] كهربائيّة ؛ ولكنَّهما كانا على خطأ . كلُّ ما حصل ، أنَّ هواءَ الغلاف قد سخن ، فتمدَّدَ فصار أخفَّ من الهواء المحيط بغلاف الورق ، فارتفع الغلاف بعُنف . حسَّن جوزف وإتيان جهازَهما ، فحلَّ الحريرُ محلَّ الورق ، ثمّ حلَّ الكتّانُ محلَّ الحرير .

في ٥ حزيران ١٧٨٣ ، واجه الأخَوان مُنغُلفييه جمهورَ مدينة « أَنّوني » بكُرةٍ بلغ قطرُها اثني عشر متراً . كان لا بدَّ من

ثمانيةِ رجال لإمساكِها ، ولمّا أُفلِتت ، ارتفعت حتّى الغيوم . ففرح الجمهور وذَهِل ؛ وانتشر الذهول في كلِّ مكان . فقرَّرت أكاديميّةُ العلوم إعادةَ الاختبار في باريس ، تحت اشراف العالم الفيزيائيّ شارل .

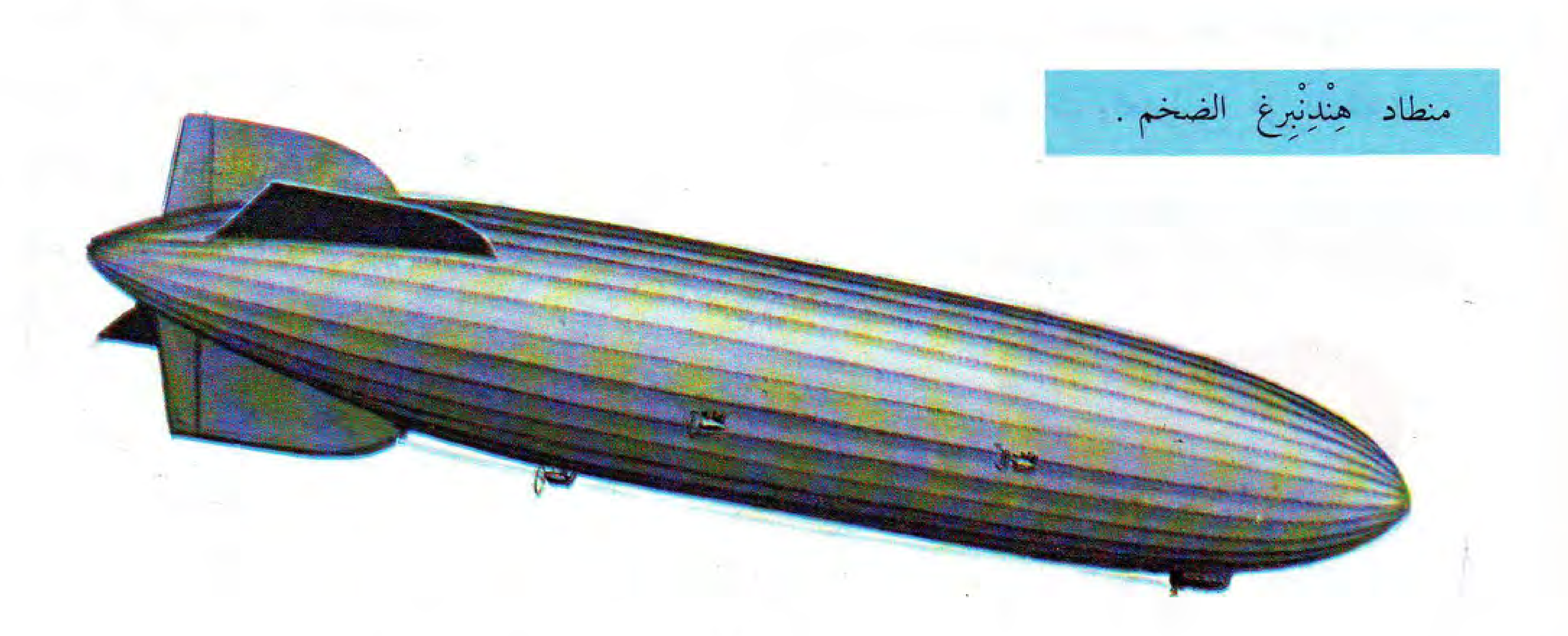
جرت المحاولةُ الأولى في ساحة مارس . في ٢٧ آب ، أمام جمهورٍ احتشدَ فيه ثلاثُ مئة ألف شخص ، أي ما يعادل نصف سكان العاصمة ، في ذلك الوقت . أُفلِتَ البالون ، عندما أشارت بذلك طلقةُ مِدفع ، فارتفع الى علوٍّ شاهق ، في مدّة دقيقتين ؛ ثم ابتعد ، وسقط على بُعدِ خمسة أميال ، في أحد الحقول ، حيثُ مزَّقه القرويُّون شرَّ تمزيق ، وكان الخوف قد استبدّ بهم(٨) ، لظنِّهم أنَّه القمر ، وأنَّه قد انقضَّ(٩) عليهم .

وفي ١٩ أيلول من السنة عينها ، في فِرساي ، وبحضور الملك وافراد الحاشية ، ارتفع في الفضاء بالونٌ أزرقُ مذهَّب زيَّنَته الرسوم ، حاملاً روّادَ الفضاء الأوائل : خروفاً وديكاً وبطّة ، ما لبثوا أن استُعيدوا أحياءَ في غاب « فوكرشون » . بعد ذلك بقليل ، ستحمل المُنغُلِفيارةُ مركيز « أَرلاند » و « بيلاتر دي رُوزييه » .

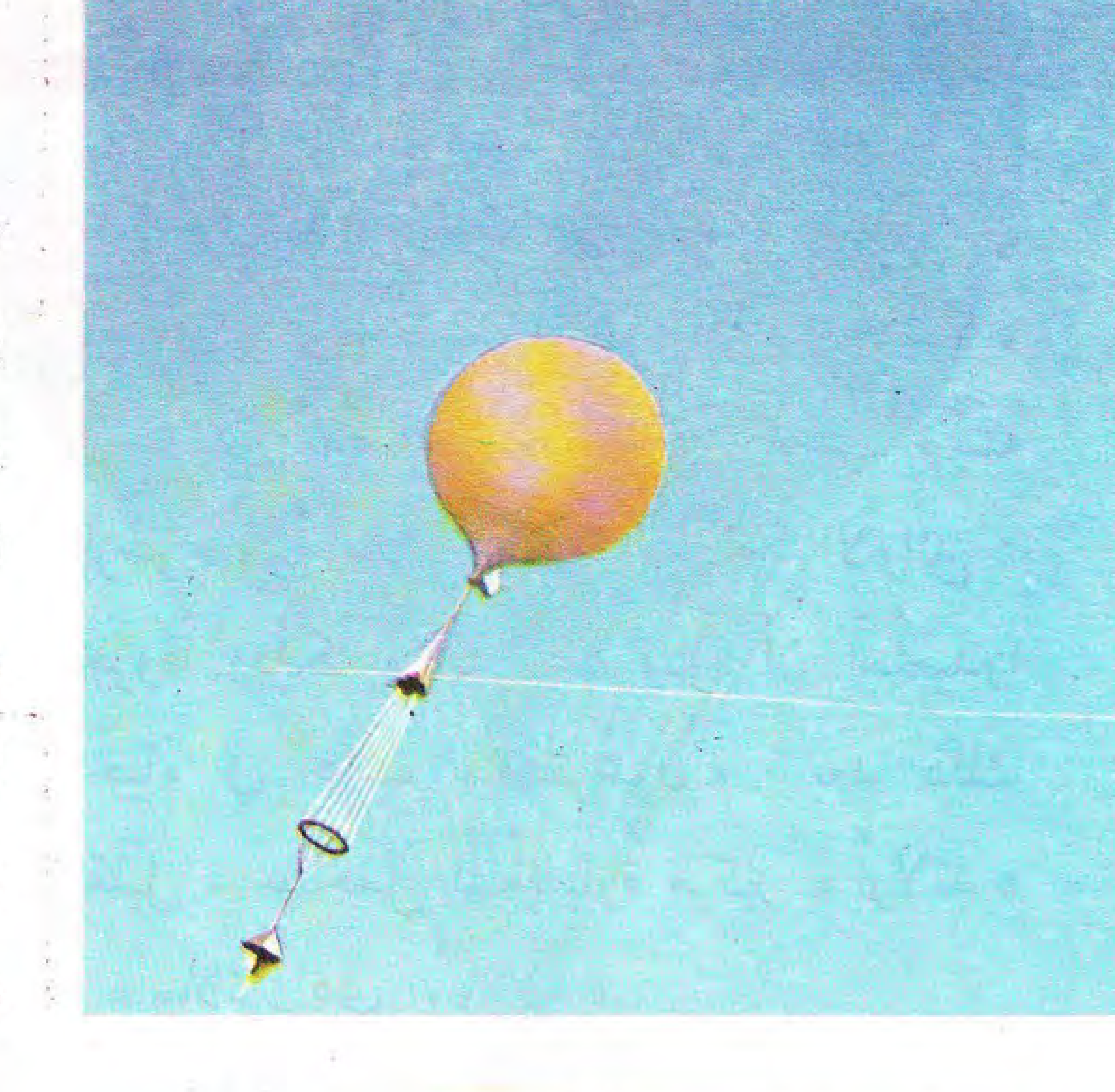
ستتعاقب(١٠) محاولاتُ الارتقاء في الجوِّ ، وسينتهي بعضُها بالفواجع(١١) ، إلاّ أنَّ البالونات والمناطيد ، حرَّةً كانت أم أَسيرة ، ستلعَبُ دوراً هامّاً ، وبخاصَّةٍ في أثناء الحروب . وستغدو المناطيد المسيَّرة ، والزِبلينات الضخمة سفناً هوائيّةً حقَّة .

إعتقدَ الناس أنَّ الطائرات والصواريخ والأقمارَ الاصطناعيَّة ، ستقضي على المنطاد ؛

منطاد هِنْدِنْبِرغ الضخم .



ولكنّ شيئاً من ذلك ما حصل . ذلك أنّ إنجازاتِ المنطاد ومآثرَه قد ازدادت ، بفضل الغلافات التي وفّرتها له الموادُّ اللدنة(١٢) ، فمكّنته في الوقت الحاضر من الارتفاع الى الفضاء الأعلى ؛ ممّا وفّر له انطلاقةً غيرَ منتظرة جعلَتْه يُقدّم لمراقبة الأحوال الجوّية ، وللبحث الفضائيّ والفلكيّ ، خدماتٍ كثيرةً جليلة .



بالونٌ أسير ذو سَلّتَين .

التفسير

١ – ذاع صيتُه : انتشر صيتُه ، عُرِف .

٢ – استحالت إغاثتُه : صارت اعانتُه مستحيلة .

٣ – الخاطرة : الفكرة .

٤ – التجسُّد : التنفيذ ، التطبيق الحسّي .

٥ – تكاثف البخار : عاد ماءً .

٦ – تسرَّب الغاز : مرّ من خلال حاجز .

٧ – خصائص : صفات .

٨ – استبدّ الخوف بهم : تملّكهم .

٩ – انقضّ عليهم : سقط عليهم .

١٠ –ستتعاقب : ستتتابع .

١١ –الفواجع : جمع فاجعة : مصيبة مؤلمة .

١٢ –المواد اللّدنة : المواد البلاستيكيّة .

الاسئلة

١ – مَن هما « الأخوان منغلفييه » ؟ وكيف يتكاملان ؟

٢ – ما المناسبة التي أوحت الى جوزف بفكرة الانتقال في الجوّ .

٣ – صف محاولة الأخوين الأولى ، واشرح سبب إخفاقِها .

٤ – ألا يصلح الهيدروجين لنفخ المنطاد ؟

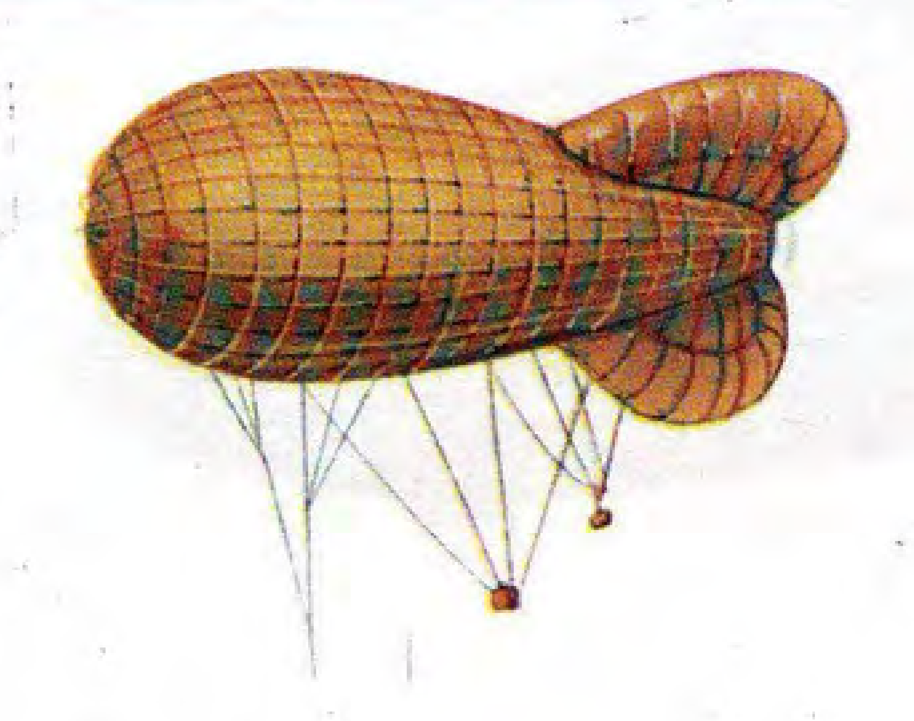
٥ – ماذا اعتقد الاخوان منغلفييه ، بنجاح محاولتهما ؟

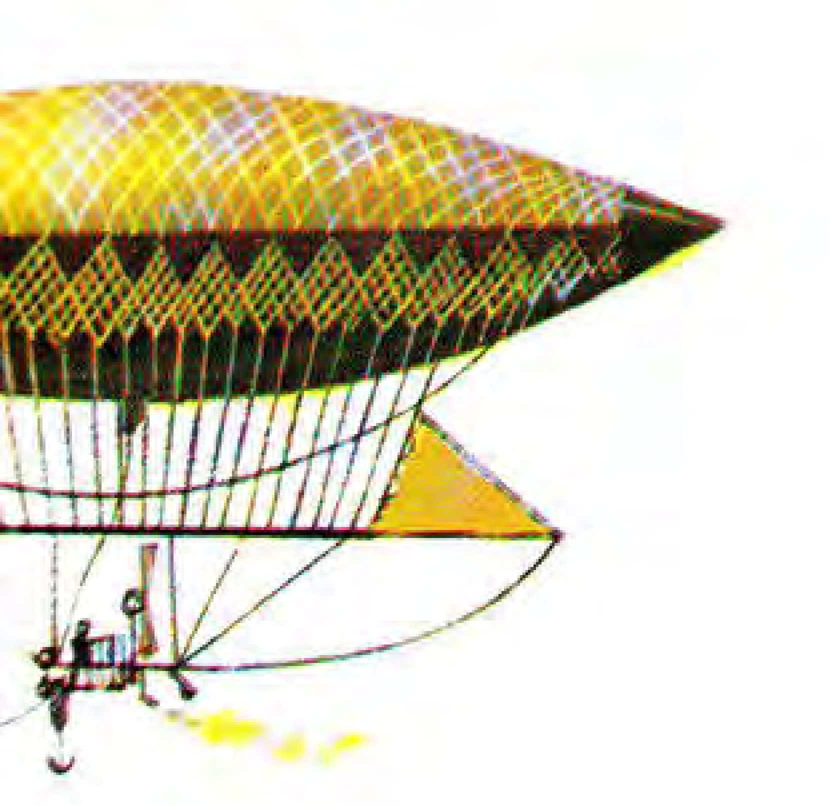
٦ – كيف يفسِّر نجاح هذه التجربة ؟

٧ – مَن هم اوّل روّاد حملهم منطاد فرساي ؟

٨ – هل قضت الطائرات والصواريخ على المنطاد ؟

بالون لسَبر الأشعَّة .







وِلادَةُ حَضَارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من دنيا التبرج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحررنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

التَقنِيَة تقوم بأولى تحدِياتها الكَبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - "دولاب بسكال" جد الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة الى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

منَ الحِرَف اليَدَويّة الى الصِّناعَة

١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من "السلحفاة" الى "الصاعقة"
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة "كونيو" البخارية إلى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل "فرنكلين" • من المنطاد إلى البالونات الفضائية.
١٣ - تلغراف "شاب" • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدراجة الأولى وذريتها.
١٤ - بطارية "ڤولتا" • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ - "لينيك" و "الستيتسكوب" • علب المحفوظات التي تعد بالمليارات • التربيات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدر.

العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسراء والضراء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكترفون
٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة اكس يقهر الكثافة.
٢٣ - من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

مِنَ الـذَرَّة إلى الفَضَاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الأبنية القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ التزنزيستور والتزنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء، وأطلق أولى السُفن البُخارية، والمناطيد والغوّاصات الأولى. وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصّناعيّة بفضل البخار والكهرباء والآلة. فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع: من القاطرة والسكّة الى عيدان الثقاب، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي، ومن الدرّاجة الى التربينة ...

تأليف : ف. لوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة